

論文

リサイクルと技術の進化で乗り越えるプラスチック海洋汚染問題

安藤 碧

はじめに

1868 年に最初のプラスチックが誕生して以降、あらゆるプラスチック製品が作られてきた。日常的に使うゴミ袋からテレビやエアコンといった大きなものにまで使用されている。今や生活に欠かせないものだが、その一方で大きな問題を抱えている。プラスチックが海に流れ出ることによって海洋汚染の要因となり、さらにそれらを餌として食べる魚や鳥類が増え、海洋生物の生態系にまで大きな影響を及ぼしている。これから先もプラスチックを使い続けていくためにはどのような対策を行うべきなのか、考える必要がある。

第 1 節ではマイクロプラスチックが人や生物に与える影響について考察する。第 2 節では日本と海外に焦点を当て、プラスチックに関する現状・対策について比較しつつ企業による対策を考察する。第 3 節ではプラスチックのリサイクルが進まない要因と対策について考察する。第 4 節ではプラスチック規制における問題とその解決策について検討する。

被害を食い止めるためには規制という方法が最も早く確実ではあるが、それは人々の生活に大きな支障をきたす。したがって海・生物・人間の生活の三方面にバランスの取れた政策が求められる。

第 1 節 マイクロプラスチックの海洋汚染問題

プラスチック問題が社会問題として大きく取り扱われるようになったきっかけの 1 つとして、ジョージア大学らの研究チームが発表した論文がある。論文によると、2010 年に 800 万トン近くのプラスチックゴミが海に流れ込んだと推測されており¹、これは世界に大きな衝撃を与えた。以降「プラスチックは危ない」「海や海洋生物の生態系に悪影響をもたらす」等とプラスチックは危険という考え方が広まった。そこでプラスチックの何が危険なのか述べていく。

1.1 マイクロプラスチックとは

海洋汚染で問題となっているプラスチックごみは、一般的に「マイクロプラスチック」と呼ばれるものであり、海洋ごみの約 70% を占めるプラスチックごみのうち大きさが 5 mm 以下のサイズのものを指す。マイクロプラスチックは 1 次マイクロプラスチックと 2 次マイクロプラスチックの 2 種類に分類される。

¹ Roland Geyer, Jenna R. Jambeck, Kara Lavender Law (2017) p. 1.

まず1次マイクロプラスチックは、①洗顔料、化粧品や工業用研磨材などに使用されているビーズ状の1mm以下の超微細プラスチック原料であるマイクロビーズと②身の回りの様々なプラスチック製品を製造するための原料として使われる、一般的に直径数mmの円筒型、または円盤型のプラスチックレジンペレットのことを指す²。①のマイクロビーズは約67種類存在し、代表的なものとしてはポリプロピレンやポリエチレンがある。主に角質除去や洗浄目的のスクラブ剤として化粧品や歯磨き粉といったパーソナルケア商品に配合されている。これら1次マイクロプラスチックの問題点は、小さくて比重が軽いいため水に浮いてしまい、排水処理施設で除去できず海に垂れ流されている点である。

次に2次マイクロプラスチックは、プラスチック製品が自然環境中に外的要因によって劣化していき、5mm以下の細片状になったものを指す³。川や海に棄てられたペットボトルやビニール袋などが波や紫外線に晒され、劣化することで生じることが多い。さらに2次マイクロプラスチックは陸上でも発生することが分かっており、例えば合成ゴムで出来たタイヤからでるカスは海洋プラスチックごみの約18%にも及ぶ⁴（風に飛ばされて、川に流れ、最終的に海に流れ着くため、海洋プラスチックに含まれる）。

これらは世界各地で確認されており、2014年の時点でおおよそ51兆個のマイクロプラスチック粒子が海を漂っていると推定されている⁵。蓄積され続けているマイクロプラスチックは海を汚す大きな要因となっている。

1.2 海洋生物に迫る脅威

マイクロプラスチックは生態系への影響も強く、深刻な状況に置かれている。Marine Pollution Bulletin⁶に掲載されている論文によると、プラスチックごみの影響を受けている海洋生物は魚類や鳥類を含む693種類に及ぶ⁷。特に海鳥への影響が大きく、プラスチックの誤飲をすると消化管がプラスチックで詰まる、消化管の内部がプラスチックで傷つけられる、栄養失調の原因になるなど大きな脅威となっている。他にも巣づくりにプラスチックを使用してくちばし等に絡まり死に至るケースが挙げられる。アイルランドの研究チームがアイルランドに生息する3種類の海鳥のヒナに胃の中のものを吐き出させ、プラスチックごみを誤飲していないか調べたところ、全種類のヒナからプラスチック片が発見されたという研究結果がある⁸。プラスチック片を餌と勘違いしてお腹を満たすまで食べてしまい、その結果栄養失調を引き起こしていると考えられる。

² 兼廣（2016）p. 4.

³ 兼廣（2016）p. 4.

⁴ Green Alliance “Marine plastics”.

⁵ Erik van Sebille et al（2015）p. 1.

⁶ Elsevier B.V が発行する海洋環境に関する国際学術誌。

⁷ S.C. Gall, R.C. Thompson（2015）p. 170.

⁸ Heidi Acampora, Stephen Newton, Ian O'Connor（2017）pp. 171-174.

1.3 体内に取り込むとどうなるのか

アメリカの少女エンジニアであるアンナ・ドゥーによると、魚がマイクロプラスチックを食べると体内でビスフェノール A という毒素が生成され、マイクロプラスチックを排出しても毒素が体内に残ってしまうという⁹。ビスフェノール A とは主にポリカーボネートやエポキシ樹脂などの原料で、一部の食用品容器などに使用されている化学物質である。1997 年頃からビスフェノール A の内分泌系への影響が懸念されており、多くの研究がされてきた。人の生殖や発生・発達に悪影響が及んだという研究結果はないが、げっ歯類での動物実験では妊娠中または授乳中にビスフェノール A の曝露¹⁰を受けると、児動物¹¹において思春期遅延や成長低下などの発達への影響がみられた¹²。これにより、さらなる研究・検査への必要性が求められると同時に、胎児や乳幼児への健康被害が懸念された。胎児や乳幼児は大人に比べて体内のビスフェノール A を無毒化する代謝能力が低いとされており、加えて、中枢神経系・内分泌系及び免疫系の細胞や器官が発達途中のため、微量の曝露でも影響が残る恐れがあると考えられている¹³。

そのため日本およびその他諸国ではビスフェノール A に関する規制が行われている。日本では食品衛生法によって規制されており、人に対して影響がないとされる量を基に含有濃度や溶出濃度が定められている¹⁴。フランスでは、2010 年にビスフェノール A をベースに用いられた哺乳瓶の製造・輸入が商品安全庁によって禁止されており、同じくカナダでも 2010 年からビスフェノール A を含むポリカーボネート製哺乳瓶を制限している。

1.4 日常的に摂取しているプラスチック

2019 年現在ではプラスチックによる明確な人体への影響は報告されていない。しかし、マイクロプラスチック及びプラスチックを体内に取り入れた魚などを食べた時の人体への影響が懸念されている。環境庁とウィーン医科大学の研究者らが行った調査から、人間の体内（排泄物）にもマイクロプラスチックが存在していることが明らかにされた¹⁵。対象となったのはイタリア、日本、ポーランド、オランダ、ロシア、イギリス、フィンランド、オーストリアの世界各国の被験者である。この研究結果は人間が摂取する飲み物や食べ物の中にプラスチックが存在していることを示している。研究者らによるとマイクロプラスチックは有害な化学物質や病原体を体内に運び込む可能性や、腸の免疫反応を弱める可能性も考えられると指摘している¹⁶。

さらに、WWF とオーストラリアのニューカッスル大学の共同研究の結果、世界中の人々が毎

⁹ Ashley Williams (2018) .

¹⁰ 化学物質や物理的刺激等に生体がさらされること。

¹¹ ここでは動物の胎児や子どもを指す。

¹² 広瀬 (2014) p. 8.

¹³ 厚生労働省 (2008) .

¹⁴ 厚生労働省 (2008) .

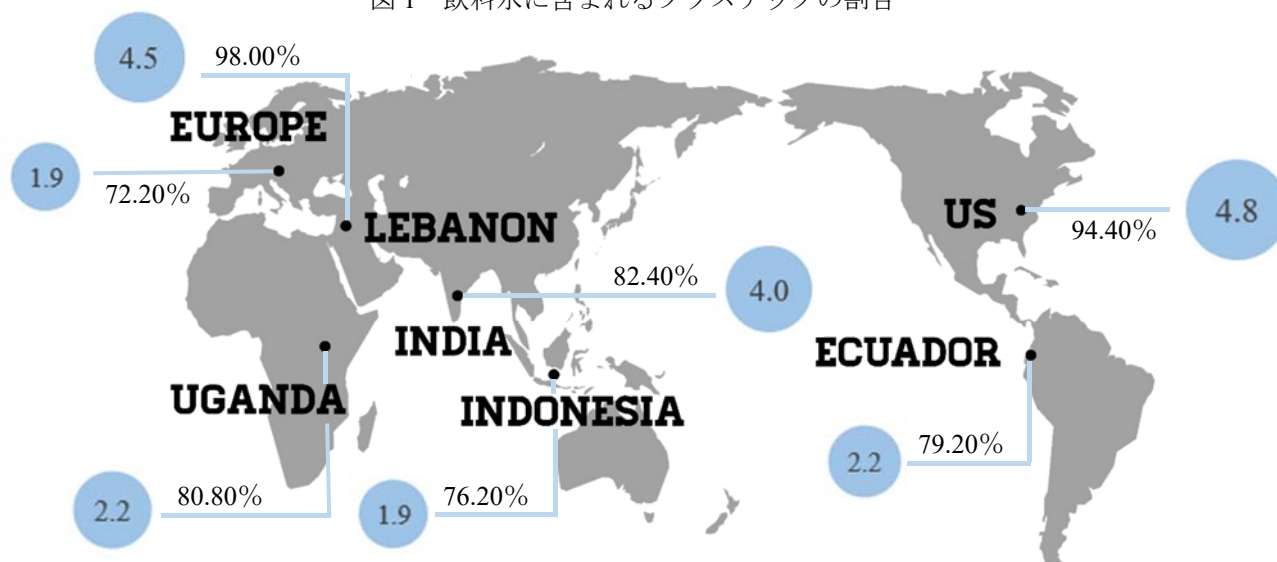
¹⁵ 欧州消化器病学会誌 (United European Gastroenterology Journal) (2018) .

¹⁶ 欧州消化器病学会誌 (United European Gastroenterology Journal) (2018) .

週平均でクレジットカード1枚分に相当する5gのマイクロプラスチックを体内に取り込んでいることが判明した¹⁷。計算すると、1週間で摂取しているマイクロプラスチックの量は約2000粒となる。この約2000粒の内、1769粒が飲料水（今回の調査では水道水とペットボトル飲料のみ）によって体内に取り込まれていることも分かった。次に多いのは貝類で182粒、塩で11粒、ビールで10粒となっている。これらの摂取量は地域や環境、生活パターンによって異なる。

では具体的に飲料水にはどのくらいの割合でプラスチックが含まれているのか。アメリカのミネソタ大学等の研究チームが、世界14か国を対象に159の水道水サンプルの調査を行った。対象はウガンダ（26サンプル）、インド（17サンプル）、インドネシア（21サンプル）、レバノン（16サンプル）、アメリカ（36サンプル）、キューバ（1サンプル）、エクアドル（24サンプル）、ヨーロッパ7か国（18サンプル）である¹⁸。図1ではその調査結果を地域別に表している¹⁹。円グラフは500mlあたりに含まれる平均プラスチック繊維数（単位：本）を示しており、%の数字はプラスチック繊維を含む水道水サンプルの割合を示している。

図1 飲料水に含まれるプラスチックの割合



（出所）Dalberg Advisors, Wijnand de Wit and Nathan Bigaud.

“ASSESSING PLASTIC INGESTION FROM NATURE TO PEOPLE”より作成。

¹⁷ Dalberg Advisors, Wijnand de Wit and Nathan Bigaud (2019) p. 8.

¹⁸ Mary Kosuth, Elizabeth V.Wattenberg, Sherri A.Mason, Christopher Tyree, Dan Morrison (2017) .

¹⁹ キューバはサンプルが1つしかないため、除外している。

中東にあるレバノンでは、サンプル水の 98% から検出され、500 ml の飲料水に平均で 4.5 本のプラスチック繊維が含まれていた。アメリカでは 94.4% のサンプル水から検出され、500 ml 中に平均で 4.8 本と含有率だけをみると最も高い数値をだした²⁰。発見されたプラスチック繊維はいずれも長さが 0.1～5 mm のものであった。今回の調査結果はプラスチック汚染に関する包括的な評価ではなく、プラスチックの使用・廃棄による結果を知るための参考資料である²¹。しかし、どこの国の飲料水を調べてもマイクロプラスチックが検出されていることから、多くの人が 1 度は飲料水からマイクロプラスチックを摂取していると考えられる。生きていく上で欠かすことのできないもののため、今後も飲料水から摂取してしまう可能性は高い。体内に蓄積され続けることで何らかの影響が出てくるおそれも考えられる。具体的な人体への影響や、人体を脅かす原因となる物質等が判明することで対処の道も開かれ、便利なプラスチックを使い続けることが可能になると思われる。

第 2 節 日本・海外の現状と対策

2.1 日本の現状

食器や文房具、ありとあらゆるものにプラスチックが使用され、世界中で多くのプラスチック製品が作られている。図 2 のプラスチック生産量・消費量の推移によると、日本のプラスチック（樹脂）の生産量は 90 年代以降徐々に増え続けていたが、2008 年あたりから減少傾向になっている。それでも年間 1000 万トン近くのプラスチックを生産していることが分かる。

日本はプラスチックに関する規制が海外に比べると緩く、「G7 海洋プラスチック憲章」にも署名をしなかったため、他国よりも出遅れている状況に置かれている。環境大臣の中川雅治によると「同憲章が目指す方向性を共有しつつも、生活用品を含め、あらゆるプラスチックを対象とした使用削減の実現にあたっては、市民生活や産業への影響を慎重に調査・検討する必要があることから、今回の参加を見送ることとした」と発言している²²。確かにプラスチック製品で溢れている状態のまま規制だけを進めることは難しく、日常生活等に大きな影響が出るのは明らかである。しかしながら、日本は 1 人当たりのプラスチック容器包装ごみの排出量が世界で 2 位²³ということもあり、早急なプラスチック対策が求められるのも事実である。

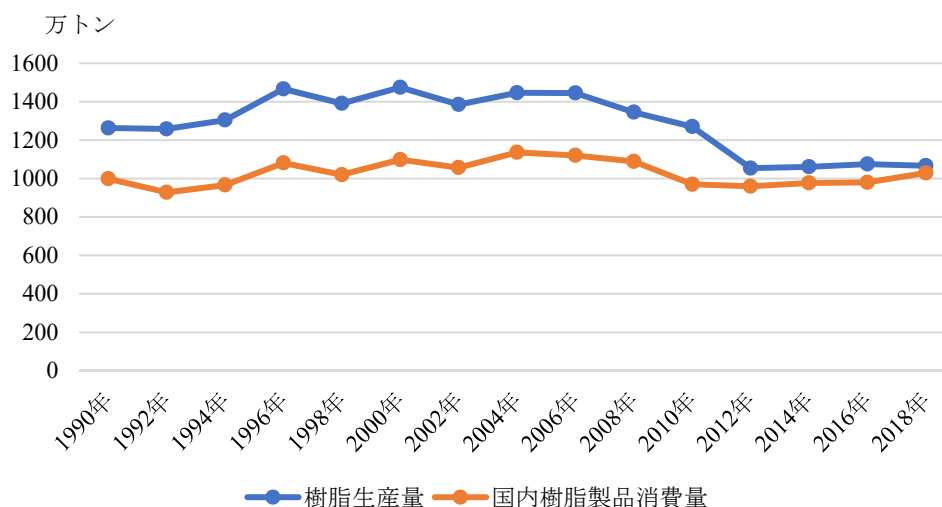
²⁰ Dalberg Advisors, Wijnand de Wit and Nathan Bigaud (2019) p. 8.

²¹ Mary Kosuth, Elizabeth V. Wattenberg, Sherri A. Mason, Christopher Tyree, Dan Morrison (2017) .

²² 環境省 (2018c) .

²³ UNEP (2018) p. 5.

図2 日本のプラスチック生産量・消費量



（出所）プラスチック循環利用協会より作成。

2.2 日本におけるプラスチック規制

では日本はどのようなプラスチック対策が行われているのか。まず、2018年6月に「海岸漂着物処理推進法」の改正を成立させた。これは、「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の推進に関する法律」であり、改正後には海洋環境の保全についての項目が追加された²⁴。マイクロプラスチック対策についての規制など、海洋汚染の影響を鑑みて漂流ごみ等における規制が敷かれた。

次に、「第四次循環型社会形成推進基本計画²⁵」の制定に伴い「プラスチック資源循環戦略」の策定への方針を示した。「プラスチック資源循環戦略」ではプラスチックを巡る資源・環境両面の課題解決を図るとともに、日本の技術・イノベーション、環境インフラを世界全体に広げ、地球規模の資源・廃棄物制約と海洋プラスチック問題解決に貢献し、資源循環関連産業の発展を通じた経済成長・雇用創出など、日本の新たな成長分野の確立も目指している²⁶。

この戦略では3R+Renewableを基本原則としており、6つの重点戦略を掲げている。注目すべきは①リサイクル、②再生材バイオプラ、③海洋プラスチックである。①のリサイクルでは、リサイクルしやすい性質を持つなど環境に配慮した設計や再生材の利用等のイノベーションを促進させるリサイクルシステムを検討している。2035年までに使用済みプラスチックを100%有効利用することが目標である。②の再生材バイオプラでは、新たにバイオマスプラスチックを可燃ごみ指定袋等に使用することが検討されている。バイオマスプラスチックとは、原料に植物な

²⁴ 環境省（2018a）。

²⁵ 環境省（2018b）。

²⁶ 環境省（2018d）。

どの再生可能な有機資源を使用することにより、枯渇危機のある石油を出来るだけ頼らず、かつ持続的に作ることが出来る点から注目されているプラスチック素材である²⁷。③の海洋プラスチック対策としては、海岸漂着物の回収・処理を行いつつ、2020 年までにスクラップ製品のマイクロビーズを削減させるマイクロプラスチック流出抑制対策が取られている。

さらに、2019 年 6 月 28・29 日に大阪で行われた G20 サミットで大きな動きが起きた。政府は海洋プラスチックごみによる新たな汚染を 2050 年までにゼロにすることを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」を発表した。これを実現させるため、日本は途上国の廃棄物管理に関する能力構築及びインフラ整備を支援していくことを決めた。日本政府は廃棄物管理、海洋ごみの回収、イノベーション、能力強化に焦点を当てた、世界全体の実効的な海洋プラスチックごみ対策を後押しする「マリーン・イニシアティブ」を立ち上げる。具体的な施策としては、途上国への支援を行うために ODA や国際機関経由の支援を含め、2 か国間や他か国間の協力による支援を行う。世界において、2025 年までに廃棄物を管理する人材を 10000 人育成させることを掲げている²⁸。

2.3 海外の現状およびプラスチック規制

世界のプラスチック生産量は 1950 年には 200 万トンだったのに対し、2015 年には 3 億 8000 万トンまで増加した²⁹。同時に廃プラスチックも増加を続け、1980 年の約 5000 万トンから 2015 年には 3 億 200 万トンと約 6 倍にも膨らんだ³⁰。

以上のことを受け、プラスチック問題への対策として、世界各国でプラスチックに対する規制が強化されている。まずアメリカでは表 1 のように早い段階から規制を行ってきた³¹。規制を違反した場合には罰金が科せられることもあり、カルフォルニア州では違反すると 1 日 25 ドル（約 2500 円）徴収される。このほかにも多くの州で規制や禁止が行われており、2019 年現在では 70 を超える州法案も提出されている。

²⁷ 日本バイオマスプラスチック協会「バイオマスプラ Q&A」。

²⁸ 外務省（2019）。

²⁹ Roland Geyer, Jenna R. Jambeck, Kara Lavender Law（2017）p. 1.

³⁰ WORLD BANK GROUP（2018）。

³¹ FINEV「プラスチック規制①米国」。

表1 アメリカでのプラスチック規制

1991年	コネティカット州	プラスチックレジ袋のリサイクル努力義務
2007年	サンフランシスコ市	プラスチックレジ袋原則禁止
2009年	ワシントン D.C	レジ袋が有料化
2011~15年頃	ハワイ州内の郡	段階的にレジ袋が禁止になる
2014年	カルフォルニア州	プラスチックレジ袋原則禁止
2018年	シアトル市	プラスチック製のストロー・カラトリーの禁止
2019年	カルフォルニア州	プラスチック製のストローが禁止

（出所）FINEV「プラスチック規制①米国」より作成。

他に、EU では 2030 年までに使い捨てのプラスチックを絶廃する「プラスチック戦略³²」を打ち出した。戦略の内容としては、①新たな投資・雇用の機会を創出し、②2030 年までに EU 市場におけるすべてのプラスチック容器包装をリサイクル可能なものとし、③使い捨てプラスチック製品を削減し、④海洋汚染対策としてのマイクロプラスチックの使用規制の検討を行うことの4点がポイントとされている³³。さらに、イギリス・インド・イタリアではプラスチック製のストローといったプラスチック製品の販売を禁止する方針をとっている。イギリスではこうした規制のおかげでプラスチックレジ袋の使用率が 83%下がり、90 億枚以上の使用を減らすことに成功した³⁴。プラスチックを禁止することでプラスチック製品の使用量を減らしつつも、同時に再生可能なプラスチックへの変更やリサイクルについても力を入れる姿勢が、持続可能な環境づくりに繋がっていくと思われる。

2.4 企業によるプラスチック規制・対策

日本や海外がどのような対策をしているのかについて述べてきたが、企業側はプラスチック問題をどのように受け止めているのか。

企業による規制

大手コーヒーチェーンのスターバックスは 2020 年までにプラスチック製のストローの使用をすべての店舗で全廃すると発表した。スターバックスは世界に 2 万 8000 店舗あり、年間で推計 10 億本のプラスチック製ストローが使用されている³⁵。全廃されると 10 億本すべてが削減でき

³² European Commission (2018) .

³³ 山本 (2018) .

³⁴ Department for Environment, Food&Rural Affairs and The Rt Hon Michael Gove (2017) .

³⁵ 日本経済新聞 (2018) .

ることになり、プラスチック削減に大きく影響することが予想される。

続いて大手ハンバーガーチェーン・マクドナルドでもプラスチック製のストローから紙製のストローに変更すると発表した。一部の地域ではすでに紙製ストローが使用されているが、これが新たな問題を生み出している。紙製のストローは水に溶けやすく、飲み口がすぐにふにゃふにゃになってしまうとの苦情が相次ぎ、イギリスでは「プラスチックのストローに戻してほしい」と 3 万人以上の署名が集まっている。さらにこの影響で以前使用されていたマクドナルドの正規のプラスチック製ストローが、ネットにて高額取引される事態が起きた。価格にして 1000 ポンド（約 14 万円）で販売されているものもあり、軽いバブル状態に陥っている³⁶。

この事態から、代替品の品質等が安定しないまま規制だけを進めていくことは多くの不満を生み出しやすく、新たな問題が発生する恐れがあることが分かった。技術が進化していくにつれ不満も解消されていくはずだが、それまでの期間をどう対処していくかが大切になってくる。

プラスチック削減が売り上げにつながる

減・脱プラスチックは環境に優しいだけでなく、ビジネス上でも大きなメリットがあることが証明されている。今回例として挙げるのは、イギリスに本社を構えている化粧品・バス用品メーカーの多国籍企業である LUSH である。LUSH では 2008 年頃からプラスチックを減らす取り組みを行っている。その中でも代表的なのが「ネイキッド」である。「ネイキッド」とは、ゴミになってしまう不必要なプラスチック包装を行わず、固形化した商品をそのままの状態の販売することである³⁷。化粧品の製造コストの半分以上を占めていると言われるパッケージ部分の費用を削ることで、高品質な原材料を使った商品を作り出している。それに加え、商品を固形化することで原材料に使用する蜂蜜や塩といった自然の力が持つ保存の機能を生かしつつ、合成保存料に頼らない商品の実現を可能にしている。これを「セルフプリザービング処方」と言う³⁸。

そして「ネイキッド」を行った LUSH では、商品約 200 万個分のプラスチック包装の節約ができ、かつ利益率の上昇にもつながった。2008 年に一部のリサイクルできる包装を除いてすべてのプラスチック包装をやめたところ、2011 年の売り上げは 2007 年と比較して約 3 倍になった³⁹。このように脱プラスチックを進めることで企業としても成功した例がある。

プラスチック規制成功のカギは人々の意識

しかしながら、減・脱プラスチックを行うには様々な問題が出てくる。特に従来のモノを変えろという行為は消費者側に大きな混乱を招いてしまう。そんな中でも LUSH の脱プラスチック化が成功したのは、イギリスではプラスチック問題への取り組みが進んでいた、という背景があったからだと考えられる。それは、G20 サミット開催に合わせて G7 各国の企業関係者 700 名を対象に実施された国際比較調査によって明確に示されている。まず図 3 の「マイクロプラスチッ

³⁶ Excite ニュース (2019) .

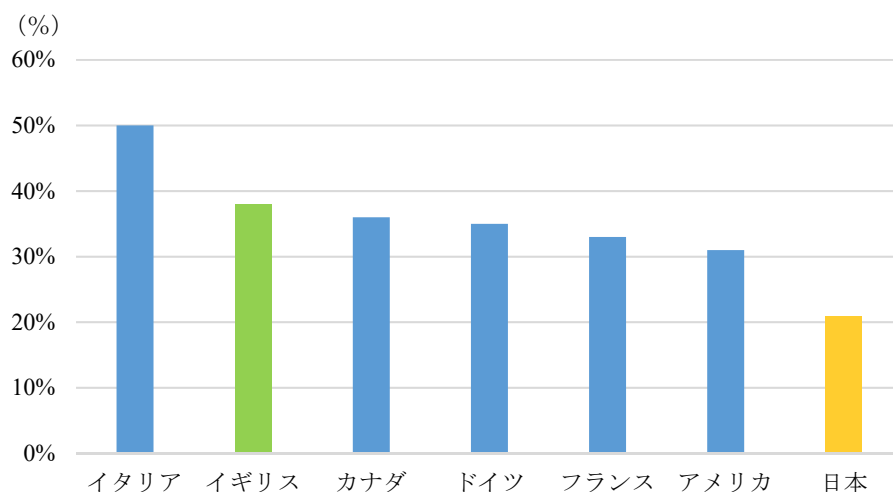
³⁷ LUSH 「# パッケージなんていらないうあたりまえに挑む (オンラインショップ編)」 .

³⁸ LUSH 「# パッケージなんていらないうあたりまえに挑む (オンラインショップ編)」 .

³⁹ BUSINESS INSIDER (2018) .

ク問題」を知っている人の割合についてみると、イギリスは38%とイタリアに次いで2番目に高い。反対に日本は21%と他国と比べて10%以上低く、マイクロプラスチック問題を認識している人が少ないことが分かる。

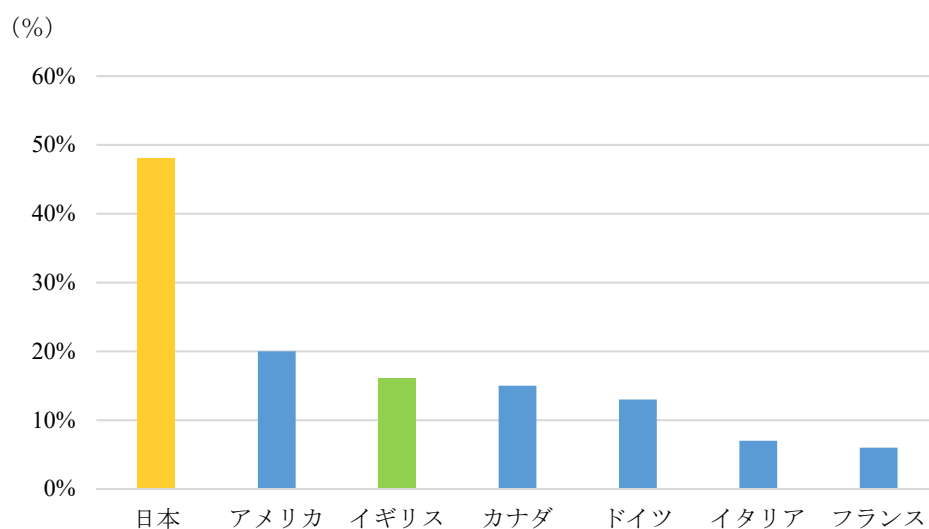
図3 「マイクロプラスチック問題」について知っている人の割合



(出所) ニュースサイト PRIMES より作成。

次に、図4の「脱プラスチック」に対する取り組みを実施していない会社の割合についてみると、何も取り組んでいないと回答した会社が48%を占める日本が断トツの1位だった。他国と比較すると20%以上の開きがあり、プラスチック問題という社会問題に対する危機感のなさが浮き彫りとなってしまった。

図4 「脱プラスチック」について会社として取り組んでいないと回答した会社の割合



(出所) ニュースサイト PRIMES より作成。

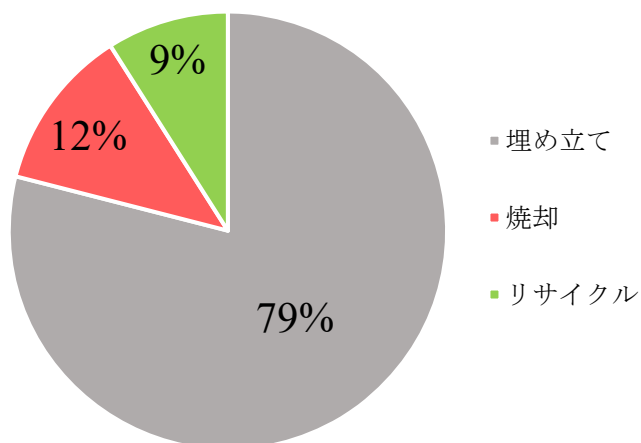
このようにプラスチック問題ひいては環境問題に対して、日本は個人・会社ともにもっと関心を持っていく必要がある。しかし会社側のみが問題に取り組もうと努力をし、商品を変えたとしても、消費をする側の意識が伴っていなければ意味がない。問題について知らない「急に使いづらくなった」、「今まで通りの商品の方が良かった」という意識が生まれ、環境に配慮された商品よりも使い勝手の良い自分都合な商品を手に取りやすい。そうすると会社側も利益を確保するため、当然売れる商品の方を優先するだろう。これでは問題が悪化するばかりであり、まさに「無知は罪」といえる。1人1人が消費する側としての意識を持ち、環境問題等への関心を高めることで、これらの問題へ対処をしやすい社会環境を作ることが必要不可欠である。

第3節 プラスチックのリサイクル問題

3.1 廃棄されたプラスチックの行方

ジョージア大学らの研究チームが発表した論文によると、1950年以降の世界中で作られたプラスチック製品の総量は83億トンにのぼり、そのうちごみとして廃棄されたのは63億トンである⁴⁰。プラスチックというと“リサイクルができて環境にやさしい”というイメージがある。しかし、プラスチックのリサイクル率は消費者が想像しているよりはるかに低い。図5より、産業廃棄物となった63億トンのうちリサイクルされたのはわずか9%しかいないことが分かる⁴¹。棄てられたプラスチックの約8割は埋め立てという方法で処理されているのである。

図5 産業廃棄物の処理方法



(出所) Roland Geyer, Jenna R. Jambeck, Kara Lavender Law.

“Production, use, and fate of all plastics ever made”より作成。

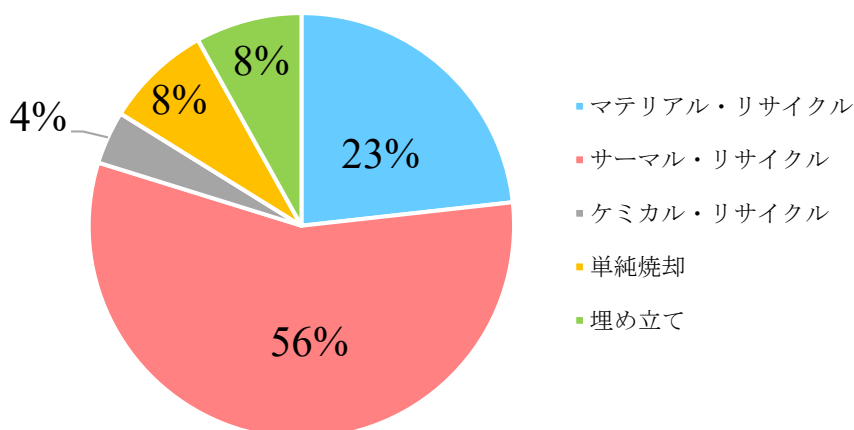
⁴⁰ Roland Geyer, Jenna R. Jambeck, Kara Lavender Law (2017) p. 1.

⁴¹ Roland Geyer, Jenna R. Jambeck, Kara Lavender Law (2017) p. 1.

3.2 日本のリサイクル状況

そのような状態でも、日本の廃プラスチックのリサイクル率は海外の中でも高く、リサイクル先進国だと言われている。しかし実際のリサイクル率について詳しくみていくとあるからくりが浮き出てくる。

図6 廃プラスチックのリサイクル割合（2018）



（出所）プラスチック循環利用協会より作成。

図6は日本の廃プラスチックの利用率を表しており、リサイクル等で有効利用された割合は84%、未利用は16%となっている⁴²。ここでの廃プラスチックは製品として使用されたプラスチックと、生産・加工ロスとして排出される未使用のプラスチックが含まれる⁴³。

リサイクルには3つの方法があり、それぞれマテリアル・リサイクル、ケミカル・リサイクル、サーマル・リサイクルがある。

まずマテリアル・リサイクルは、廃棄物を製品原料として再利用することを主眼としたリサイクル方法のことを表す。例えば、使用済みのペットボトルを粉砕・加工処理したのちに繊維化し、ユニフォームをはじめとする衣料を生産する⁴⁴。資源循環に直接貢献することから、サステナビリティの高いリサイクル手法といえる。

次にケミカル・リサイクルとは、廃プラスチックを化学的に分解するなどして、化学原料に再生するリサイクル方法である。このリサイクル法を用いて使用済みのペットボトルを再生PET樹脂へと変え、原料の一部に使用しているのが、AGF（味の素）のペットボトル「フレンドリー

⁴² 四捨五入により数値に誤差がある。

⁴³ プラスチック循環利用協会（2018）pp. 2-3.

⁴⁴ RECYCLE HUB「産廃用語集」.

ボトル」である。これによって、原料の石油資源を年間約 60%カットすることに成功した⁴⁵。

最後に最も多い割合を占めているサーマル・リサイクルは日本独自のもので、廃棄物を単に焼却処理するだけでなく、焼却の際に発生するエネルギーを回収・利用するリサイクル方法のことである⁴⁶。焼却エネルギーを利用した発電が主であり、その焼却熱を回収して温水施設などに供給をすることもある。海外ではこの方法をサーマルリカバリーと呼んでおり、リサイクルとされてない場合が多い。つまり、日本でリサイクルとして回収されたものの多くは燃やされており、何か別の製品に使用される・生まれかわるという意味でのリサイクル率は 23%しかない。

3.3 プラスチックのリサイクルが進まない要因

リサイクルが進まない原因としては 4 つ考えられる⁴⁷。1 つ目は、コストと劣化の問題である。プラスチックは主に細かく破砕して溶かすことで新たなものに使用できるようになる。基本的には作られた時の製品とリサイクル後の製品は違うモノになることが多く、ボトル to ボトルのようにペットボトルが再びペットボトルになることはほとんどない。なぜならボトル to ボトルを行うには異物の完全除去等をしなくてはならず、それには多額のコストがかかるからだ。さらに何度もリサイクルされていくうちに自然とプラスチックは劣化していくので質が落ちてしまうのは避けられない。

2 つ目は同じ材料を集めるのが困難な点である。プラスチックには多くの種類があるが、例えばポリエチレンからはポリエチレンしか作れず、リサイクルするには同じものをたくさん集める必要がある。そのためには細かな分別が欠かせないが手間がかかってしまうため、大量の廃プラスチックを抱えている現状では難しい。

3 つ目は、汚れているとリサイクルができないという点である。廃プラスチックとして出されるゴミの中には食品を包んでいたものもあり、それらは匂いやぬめりなどが付いたままになっている場合がある。プラスチックは性質上、疎水性⁴⁸が高いので油が付きやすく落ちにくい、完全につかないわけではない。それらすべてをリサイクルできる状態までにするには時間・労力ともにかかるので、2019 年現在では焼却等で処理される場合が多い。

4 つ目は、添加剤の問題である。プラスチックには様々な化学物質が添加されており、それらがリサイクルしたものを汚染してしまうため、リサイクルが困難になっている。

⁴⁵ 味の素 AGF (2011) .

⁴⁶ 環境イノベーション情報機構 (2003) .

⁴⁷ Nakajima, Koga (2019) .

⁴⁸ 水との親和性が低い、水に溶けにくい、あるいは水と混ざりにくい性質。

3.4 リサイクル率を上げるための工夫・対策

では、リサイクル率を上げるためにどうすべきなのか、海外で実際に行われている方法を見ていく。ノルウェーでは「デポジット制度」を用いており、ペットボトルのリサイクル率が97%を越えている。「デポジット制度」とは、製品価格に預り金（デポジット）を上乗せして販売し、製品が使用後に返却された際に預り金を返金する制度のことである⁴⁹。返還されたペットボトルは、1本につき約15～30セント（約16～33円）で交換される。プラスチック容器は借り物であるという考え方がノルウェーにはあるため、この制度が高い効果を生み出している。加えてプラスチックを捨てる側だけでなく、プラスチックの製造業者側にもリサイクルを促す仕組みを用いている。ノルウェーのプラスチック製造業者には環境税が課されており、プラスチックをリサイクルすればするほど課税率が下がる。さらに業者全体でのリサイクル目標値の95%以上に達したら税が免除される⁵⁰。作る側、消費する側どちらにもメリットがあり、リサイクルせずに捨てるのがもったいないという意識の仕組みが大事だと思われる。

リサイクルを進めていくにはまずごみをきちんとごみ箱に捨てることから徹底する必要がある、ごみのポイ捨てを減らすことが何より重要となる。インドのムンバイにはポイ捨てを無くすために、思わずごみを捨てたくなる万華鏡ごみ箱を設置している。万華鏡ごみ箱はごみを捨てると万華鏡のように美しい花の模様が映し出される。これを公共の場に設置し実験したところ、通常のごみ箱（同サイズ）では週に約82kgのごみを集めるのに対して、万華鏡ごみ箱は131kgも収集した⁵¹。このような工夫をリサイクルボックス等に活用することが出来たらリサイクルとして出されるごみも増えるのではないだろうか。ただ単にごみをリサイクルするだけでなく、それに何らかの付加価値を付けることでリサイクル率は上げることが可能だと考えられる。

第4節 プラスチック規制に立ちはだかる壁

4.1 減・脱プラスチックの問題点

多くの国や企業でプラスチック規制が進んでいるが、規制を進めていくには大きく分けて3つの問題があると考えられる。

1つ目の問題点：プラスチックの代替品

身の回りのほとんどのものにはプラスチックが使われており、プラスチックを一切用いない生活をしようとする、衣食住すべてをまともにそろえることが出来ない。それほどまでに生活に浸透しているプラスチックを規制するとなると、プラスチック（原料）の代替品が必須とな

⁴⁹ 環境イノベーション情報機構「環境用語」。

⁵⁰ HUFFPOST (2018)。

⁵¹ Nishant jethi (2012)。

って来る。

2 つ目の問題点：海に漂うごみの回収

世界各地で行われているプラスチック規制はこれ以上ごみを増やさないとを目的としており、すでにあるごみを考慮したものとは言えない。仮にすべてのプラスチック製品の製造が止まったとしても、すでにゴミとして出たプラスチックはそのまま残り、海洋に悪影響を及ぼし続けることとなる。つまり、規制と共に海に浮かぶプラスチックごみの回収も進めていかなければならない。

3 つ目の問題点：廃プラスチックの活用方法

プラスチックの代替品が生まれ、技術革新で海が綺麗になっても、集めたプラスチックごみは手元に残る。その数は相当の規模になると予測され、ごみの埋め立て問題が社会問題化している。2019 年現在ではごみの処理が大きな壁となっている。その問題に拍車をかけているのが廃プラスチックの輸入制限である。2017 年に中国が生活由来の廃プラスチックを含むリサイクル可能な廃棄物原料の輸入を禁止して以降、廃プラスチックの輸出先となっていたマレーシアやタイ、ベトナムなどでも次々と輸入制限措置が取られている。中国は 1980 年代以降、石油資源よりも安価な資源として多くの国から廃プラスチックを輸入していた。日本でも年間で約 900 万トンも発生する廃プラスチックのうち、100 万トン程度を中国に輸出していた⁵²。だが輸入された廃プラスチックの中にはきちんと分別されていないものも含まれており、さらにリサイクルのための品質保護がされていなかったことも受け、中国では 2017 年末に「海外ごみの輸入禁止と固形廃棄物輸入管理制度改革の実施計画」が施行された。これにより、廃プラスチック 8 品目、未選別古紙 1 品目、繊維系廃棄物 11 品目、バナジウムスラグ 4 品目の合計 24 品目が輸入禁止となった⁵³。加えて 2018 年末からは、廃金属、廃船、自動車スクラップ、製錬くず、工業用廃プラスチック等の 16 品目が、2019 年末からはステンレススクラップ、チタンくず、木材くず等の 16 品目が「輸入禁止固形廃棄物リスト」に加えられた⁵⁴。廃プラスチックだけでなく、様々な固形廃棄物の輸入制限を強めている。

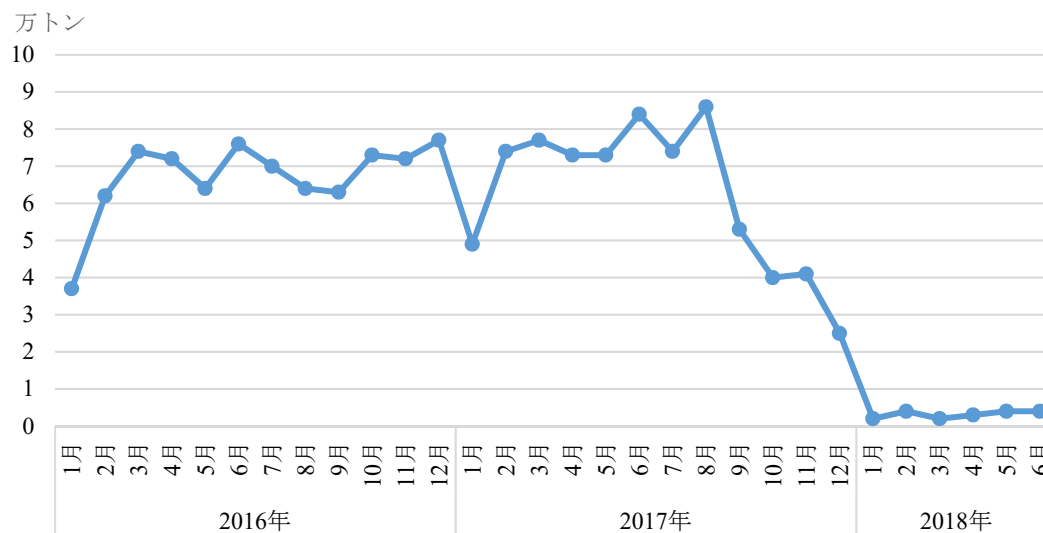
図 7 の中国への廃プラスチック輸出量の推移を見ても分かる通り、規制措置を境に明らかに輸出量が減っている。

⁵² DOWA エコシステム (2019) .

⁵³ 日本貿易振興機関 (ジェトロ) (2019b) .

⁵⁴ 日本貿易振興機関 (ジェトロ) (2019b) .

図7 日本から中国へのプラスチックごみ排出量



（出所）財務省貿易統計より作成。

中国へ元々送られていた廃プラスチックは東南アジアへの輸出を増やすことでバランスをとってきたが、それが崩れるのも時間の問題といえる。マレーシアでは国内で廃プラスチックを輸入する114の企業・工場に発行した輸入許可証（AP）を2018年7月23日から3か月間停止する措置を行った。マレーシアには274の廃プラスチック処理工場があるがその内の109社が環境規制を無視した違法工場であった⁵⁵。こうした事態を重く受け止め、政府は違法工場の摘発・閉鎖に踏み切った。措置解除後は今まで通り許可証の発行が再開されたが、従来の申請に加えて保管場所の収容能力の証明や国家固形廃棄物管理局（NSWMD）監督の下での建屋内清掃の実施、輸入廃プラスチック1トンあたり15リンギット（385.26円）の税金の納付などの条件が課された⁵⁶。新基準でのAPの再申請は2018年10月26日から開始され19社が申請したが、2019年1月の時点では申請が承認された企業は1つもない。それほどまでに廃プラスチックに対する規制は厳しくなっており、香港、アメリカ合衆国に次ぐ世界第3位の廃プラスチック輸出大国である日本は、自国での処理方法を見直さざるを得ない状況に追い込まれている。

以上、減・脱プラスチックへの3つの問題点を挙げたが、すでに問題解決に向けて多くの企業や国が取り組んでいる。次に、その解決の糸口となりそうな新技術等について述べる。

⁵⁵ 日本貿易振興機関（ジェトロ）（2019a）。

⁵⁶ 日本貿易振興機関（ジェトロ）（2019a）。

4.2 問題解決に向けた企業の取り組み

1つ目の問題点：解決案

プラスチックの代替品として注目されているのが、TBM が開発した石灰石が原料の新素材 LIMEX である。LIMEX は石灰石粉末と石油由来樹脂を混合させて作るため、水や木材を材料として使うことがなく、節水や CO₂・石油使用量の削減の効果を併せ持つ。石灰石は日本でも 100% 自給自足できるものであり、世界各地の埋蔵量も十分あるため無尽蔵の資源といわれている。

LIMEX のプラスチック代替製品には 3 つの特徴がある⁵⁷。1 つ目はコスト削減である。通常のプラスチックの原料である石油に比べ石灰石は安価なため、原料費を抑えた低コストで代替製品を作ることが可能である。

2 つ目にリサイクル委託金を削減できる。日本ではごみとして出された容器や包装を再商品化することにより、ごみの減量化を図る「容器包装リサイクル法」が定められている⁵⁸。この法に基づき、プラスチック容器等を製造・販売する事業者は 1 kg あたり 46 円のリサイクル委託金を国に納めなければならない⁵⁹。ところが LIMEX 由来の容器等は石灰石 50% 以上で製造されているので対象外となり、支払う必要がなくなる⁶⁰。つまり事業者はさらなるコストカットを実現することが出来る。

3 つ目は企業のイメージアップにつながるという点である。いわゆる企業の CSR 活動は 2010 年代頃から重視されはじめ、2019 年現在では就職活動を行う上での重要な判断基準にもなっている。その取り組みとして多いのが環境問題に対応したものである。そこでプラスチック問題という日本ではまだあまり馴染みのない問題にいち早く取り組むことで企業のイメージアップを図ることが出来ると考えられる。

他にも LIMEX ペーパー等の印刷物のリサイクル材から、LIMEX ペレット⁶¹を製造することが出来るので、元の製品よりも次元・価値の高いモノを生み出す、いわゆるアップサイクルが可能となる⁶²。作るときのメリットだけでなく使い終わった後、リサイクルするときのメリットまであり、この先も長い期間使い続けられるという点から、LIMEX は代替品として非常に優れたモノであると考えられる。

LIMEX を使った商品は数多くあり、代表的なものは名刺やメニュー表、クリアファイルである。LIMEX のメニュー表を採用している企業は多く、人気のファミリーレストランであるガストでも、2019 年 9 月から試験導入している。このメニュー表を導入することで、従来のメニュー表を作るのに使用していた水資源および木材を削減することが可能になる。

さらには原材料の石油由来樹脂を 100% のバイオ由来の素材に変えて作られた Bio LIMEX と

⁵⁷ LIMEX 「LIMEX のプラスチック代替」。

⁵⁸ 経済産業省「容器包装リサイクル法」。

⁵⁹ 日本容器包装リサイクル協会（2016）。

⁶⁰ 三幸エステート「先進オフィス事例」。

⁶¹ プラスチックを一度溶融し、粒状に加工したもので様々なプラスチック製品の原料。

⁶² LIMEX 「LIMEX とは」。

いう製品も登場した。すでにレジ袋等として商品化されており、G20 大阪サミットのゴミ袋として使用された⁶³。LIMEX が持つ可能性は広く、プラスチックの代替品として日常的に使われるようになれば、海洋汚染や生体への影響を緩和することが可能となり、環境問題・埋め立て地問題への解決の糸口にもつながると考えられる。

他の代替素材として寒天を使った梱包素材「AGAR PLASTICITY – A POTENTIAL USEFULNESS OF AGAR FOR PACKAGING AND MORE」がある。この梱包資材は AMAM という東京を拠点に活動しているデザイナーたちによるコレクティブに所属している 3 人によって開発された。商品化には至っていないが、世界中の若手クリエイターを対象とした国際デザイン・コンペティションである LEXUS DESIGN AWARD で受賞経験を持っている。海藻の寒天を使うことで、海に流れ着いたとしても自然に分解され、海洋生物にも害が及ぶ心配がない⁶⁴。寒天の梱包素材は発泡スチロールのように内部にたくさんの穴が空いているため効果的に衝撃を吸収することが出来る。

プラスチック循環利用協会の「プラスチックリサイクルの基礎知識 2019」の報告によれば、ごみとして回収されているプラスチック類の内訳はペットボトルが 18%、包装容器以外のプラスチック類が 16%、発泡スチロール・トレイが 2%、その他のプラスチック製容器包装が 64%と、包装容器が半分以上を占めている⁶⁵。例えばコンビニエンスストアで物を買うと商品の温度等によって別々の袋に入れられることが多い。さらに商品の多くは個装された上に内装されているものが多い。2010 年頃からは Amazon の過剰な梱包が度々 SNS でも話題になってきた。ストロー等を規制するよりも、梱包に使用されているプラスチックの削減・ある程度の規制を行うほうがはるかに合理的であるといえる。

2 つ目の問題点：解決案

2019 年現在開発・使用されている例を挙げる。海のプラスチックごみ回収装置 Seabin は、2019 年現在で 16 か国の地域で 686 台が活躍している⁶⁶。開発したのはアンドリュー・タートンとピート・セグリンスキーというオーストラリア在住のサーファーで、Surfrider Foundation Japan の協力とクラウド・ファンディングによって製品化が実現した。Seabin の仕組みは至って単純で、大きなネットと水を吸い込むためのポンプで構成されている。ポンプが海に浮遊しているごみを吸い寄せ、ごみはそのまま Seabin に設置されているネットに集められ、残りの水はポンプによって再び海中に戻される。1 時間に 2 万 5000ℓの水を吸い込むことが可能で、1 日で平均 1.5 kg のごみを取り除くことが出来る。中のネットは最大で 20 kg まで回収するので、定期的にネットからごみを回収するだけで海をきれいに保つことが出来る⁶⁷。日本国内では初めて神奈川県の江ノ島に 2 台設置され、すでに活動が開始されている。試運転の時点では、10 日間で約 12 kg のご

⁶³ LIMEX 「LIMEX のプラスチック代替」。

⁶⁴ JDN (2016) 。

⁶⁵ プラスチック循環利用協会 (2019) p. 9.

⁶⁶ SEABIN V5 「シービン V5」。

⁶⁷ SEABIN V5 「シービン V5」。

みが回収されており、今後の活躍にも期待が出来る⁶⁸。ペットボトルといった大きなゴミから海水を漂う小さなマイクロプラスチックまで回収されるため、魚や鳥などの誤飲が多少解消されると思われる。だが **Seabin** の設置場所は港の近くといった波の高さや水深、水流がある程度緩やかな場所に限られており、海の実真中に漂っているゴミまでは回収できない。

しかし海のごみ回収に着目し、すでに研究を行っている人もいる。海にあるゴミを回収しつつ海洋生物にも害がない装置を、上記にも挙げた少女エンジニアのアンナ・ドゥーが発明した。アンナは生物を傷つけることなく海洋環境からマイクロプラスチックを検出・写真撮影・除去できる赤外線を搭載した水中遠隔操作モジュールを発明した⁶⁹。特に独自で開発された、水中に沈んでいるマイクロプラスチックと無害な物質を識別できるアルゴリズム⁷⁰が注目を浴びている。この装置はまだ実験段階であり、水中操作モジュールとコントローラーを繋ぐ有線が短いなど実用可能には程遠いが、先端研究専門家のアン・フォルノフ博士と共に更なる改良が計画されている。海上に漂うゴミだけでなく、水中にあるゴミも回収可能になれば海が大幅に改善される。だが研究が進む間も関係なく海洋汚染は進んでいくだろう。それを少しでも遅らせるため、海に寄った際にはゴミを拾う、地域の清掃で川も掃除するなど出来る範囲での努力をしなければならない。

3 つ目の問題点：解決案

輸出規制によって行き場を無くした廃プラスチックの利用先として注目されているのが、**RPF** (**Refuse Paper & Plastic Fuel**) やフラフと呼ばれる燃料である。まず **RPF** とは産業系廃棄物のうち、マテリアル・リサイクルが困難な古紙及び廃プラスチック類を主原料とした高品位の固形燃料のことを指す⁷¹。**RPF** のメリットは全部で 7 つあり⁷²、①発生履歴が明らかな産業廃棄物や選別された一般廃棄物を原料としているため、品質が安定していること。②処理場にあるボイラー等のスペックに応じて、古紙と廃プラスチックの配合比率を変えるだけで容易に熱量を変更できること。③原料に廃プラスチックを使用していることで通常より熱量が高く、石炭及びコークス⁷³並みの化石燃料代替品として利用できること。④固形で密度が高いため、コークス等と同等の利便性を持っており、貯蔵や輸送効率にも優れていること。⑤不純物の混入が少なく、ダイオキシンの発生や塩素ガスによるボイラーの腐食が少ない。さらに排気ガスの処理も簡単なこと。⑥石炭の 4 分の 1 から 3 分の 1 という低価格な再生可能エネルギーであること。⑦エネルギー効率の向上と化石燃料削減により CO_2 の排出量が抑えられ環境にも優しいこと。以上のことから大手製紙会社や鉄鋼会社など多くの産業で用いられている。

次にフラフ燃料とは、フラフ化廃プラスチック燃料のことで、資源回収されずにごみとして出

⁶⁸ 日本経済新聞 (2019) .

⁶⁹ Ashley Williams (2018) .

⁷⁰ プログラムを作る時に用いる、問題を解決するための手順・計算方法。

⁷¹ 日本 RPF 工業会「RPF とは」 .

⁷² 西部サービス「RPF とは」 .

⁷³ 石炭を原料に炭素を主成分とした多孔質の個体。

される紙くず、繊維くず、廃プラスチックをフィルム状に破碎し、燃料化したものである⁷⁴。フラフ燃料は RPF と同様に高カロリーで品質が安定しているなどのメリットに加え、製造ラインのイニシャルコスト⁷⁵がかからない、製造時に消費される電力量が RPF よりも少ないという利点がある。

4.3 個人で出来るプラスチック対策

個人で行えるプラスチック対策として、プラスチック製品を一切断つという方法もあるがそれは非現実的であり、生活していく上で大きな支障をもたらすことが予想される。ここでは無理なく出来る範囲での工夫を挙げる。

マイクロビーズ不使用の商品を選ぼう

マイクロビーズとは第1節でも登場した一次マイクロプラスチックで、ポリエチレンやポリプロピレン等のプラスチックで作られた0.001mmから0.1mm程の大きさしかないビーズのことである⁷⁶。このマイクロビーズは肌の汚れや角質を取り除くことを目的に洗顔料や歯磨き粉の中にスクラブ剤としてよく使用されている。他にも Plastic in Cosmetics 2015 Fact Sheet という国際連合が発表した報告書によれば、消臭剤をはじめシャンプー・リンス、日焼け止め、特に女性が使う機会の多いリップスティックやアイシャドー、マスカラにも含まれていることが分かった。このマイクロビーズは誤って目に入ると眼球を傷つける恐れがあるとの注意が促されている⁷⁷。明確な人体への被害は報告されてはいないが、リスクを避けるためにもマイクロビーズの含まれていない商品を選択するべきだと考える。

そこで目印となるのが「Zero Plastic Inside」のロゴマークである。これはオランダの NGO⁷⁸であるプラスチック・スープ財団から、プラスチックを使用していない商品へ与えられるロゴである。プラスチック・スープ財団は「Beat the MICRO BEAD」というマイクロビーズをやっつけるというキャンペーンを行っており、化粧品におけるマイクロビーズの使用自粛を促す活動をしている。日本の企業でもこの「Zero Plastic Inside」のロゴマークを取得している商品がある。例えば、美容雑貨等の企画販売を提供するイシンチマネジメントが取り扱っている Bare nature スキンバランスオールインワンナチュラルクレイザーという商品が2017年にロゴを取得した⁷⁹。この商品にはマイクロビーズとして挙げられるポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、アクリル樹脂、プラスチック繊維等が含まれていない。プラスチック未使用の商

⁷⁴ コメットクリーン「フラフ燃料とは」。

⁷⁵ 新しく事業を始める場合における備品等を導入してから実際に稼働するまでの間に必要となる費用のこと。

⁷⁶ 兼廣（2016）p. 6.

⁷⁷ 厚生労働省（2010）。

⁷⁸ Non Governmental Organization の略称で、元々国際連合が国際会議に出席する政府以外の民間団体を指す用語として使い始めた。

⁷⁹ Bare nature Japan “WHAT ARE MICROBEADS?!”.

品を利用したい場合には、このロゴマークが入っている商品を探すと分かりやすい。

図 8 Zero Plastic Inside のロゴマーク



(出所) Beat the Microbead より。

商品の成分を確認する手間を省きたい人にはアプリがおすすめである。このアプリは上記にも紹介した「Beat the MICRO BEAD」のホームページ上に記載されており、すぐにダウンロード可能である。このアプリでは、スマートフォンのカメラで商品のバーコードをスキャンするだけで、マイクロビーズが含まれているか判断してくれる。日本の商品にも対応しているかどうか未確認だが、手軽に確認でき、誰でも簡単に扱うことが出来る。

プラスチック製品の進化を知ろう

2019 年現在では、プラスチック問題への対策として様々な商品の開発が行われている。そのほとんどはまだ開発段階であり、商品化には至っていない場合や日本ではあまり取り扱いをしていない場合が多いが、それらを知ることで問題への見方や意識が変わるかもしれない。したがってまずは知ってもらうために、環境にやさしいプラスチック製品について 2 つ、リサイクルについて 2 つの例を挙げる。

1 つ目は、食べられるラップ（商品名：SCOBY）である。これを開発したのはポーランドの科学者やデザイナー、エコに関する専門家が集まり結成した MakeGrowLab である。原料は余剰野菜で、従来のラップと比べて柔軟性や耐性、耐水性に優れており、食べ物を包んでも新鮮な状態のまま保つことが可能となる⁸⁰。さらにラップとしての使用後、有機肥料として利用することもでき、食べても人体に害はない。賞味期限は 2 年間と保存も効く。環境にやさしいだけでなく、農家の余り物の野菜を使っているため一石二鳥といえる。

2 つ目は、水に溶けるビニール袋（商品名：Solubag）である。この商品は中国企業とチリの起業家 Roberto Astete と Cristian Olivares が共同で開発しており、LIMEX と同じく、石油の代わりに石灰石を用いて作られている。チリでは 2018 年 8 月 3 日からビニール袋の商業利用を禁止する法律が施行されている。そこでチリをはじめとするビニール袋が規制されている国での販売

⁸⁰ IRORIO (2019) .

が検討されている。Solubag はビニールと布の2種類あり、ビニール袋は冷水の中で溶け、布バッグはお湯の中で溶ける⁸¹。従来のプラスチックは環境の中で分解するには400～500年ほどの時間がかかるが、Solubag はたった5分ほどで分解でき、分解されたビニール袋が入った水を飲んでも害はない⁸²。通常のビニール袋からこの商品に代わるだけで、海に漂うビニール袋を誤飲し死亡する魚や鳥類が減り、処理も楽になる。

3つ目は、何度でもリサイクル可能な次世代のプラスチック素材 PDK である。アメリカ合衆国エネルギー省⁸³のローレンス・バークレー国立研究所が、分子レベルに分解し、質を落とすことなく新たな製品に再利用できるプラスチック素材として発表した⁸⁴。多くのプラスチックはモノマー⁸⁵を結合させたポリマー⁸⁶からなり、それらに柔軟性や色といった特色を加えるために科学物質が添加されている⁸⁷。プラスチックを再利用しようとしてもこの添加物が混入することで分解が難しくなり、再生できても強度が落ちる等の問題を抱えていた。しかし PDK プラスチックは、高濃度の酸性溶液に浸すだけで、配合されていた添加物の除去が行える⁸⁸。つまり、回収した PDK のモノマーから再びポリマーを作り、同じように添加物を入れることで、分解前とは違う製品を作ることが出来る。繰り返し使うことが可能となれば、たとえ素材が枯渇してもプラスチック製品がなくなることはない。将来の世代が必要とするものを損なうことのない持続可能な社会⁸⁹に適した素材であるといえる。

4つ目は、リサイクル施設で検知可能な黒色の色素の開発である。一般的に使用されている黒色のプラスチック容器やペットボトル等は、実はリサイクル施設の自動検知装置では検知できていなかった。黒い色素がごみなどを選別するための近赤外線を吸収してしまい、装置に認識されず、ごみとして廃棄されていた⁹⁰。そこで、世界中で400以上のブランドを製造・販売しているユニリーバ UK が様々な企業と研究を重ね、黒い色素を完成させた。この色素が開発されたことにより、これまでリサイクルされていなかった分がリサイクルできる。推定で年間約2500トンもの黒色プラスチックがリサイクル可能となる⁹¹。この色素を用いた黒いプラスチック容器は2019年以降から段階的に使用されることが決定している。

⁸¹ SoluBAG “Home”.

⁸² SoluBAG “Home”.

⁸³ アメリカ合衆国のエネルギー保障と核安全保障を担当している官庁である。

⁸⁴ BERKELEY LAB “NEWS CENTER”.

⁸⁵ 低分子化合物のことで、一般的に分子量が約1000以下の化合物を指す。

⁸⁶ 複数のモノマーが重合することによってできた化合物のことを指す。

⁸⁷ ポリオレフィン等衛生協議会「プラスチックの基礎知識」.

⁸⁸ ポリオレフィン等衛生協議会「プラスチックの基礎知識」.

⁸⁹ TOKYOINK「持続可能な社会とは？」.

⁹⁰ Sun Earth「シュタイナート社製 光学式黒色プラスチック選別機について」.

⁹¹ Unilever “Unilever Pioneers Solution That Enables Black Plastic Bottles To Be Recycled”.

4.4 プラスチック問題における二面性

このように、多くの企業努力によって新しいモノが研究・開発されており、プラスチック製品を使わない以外の選択肢が広がりつつある。しかし、この努力の一方でプラスチックの規制ばかりが進んでしまっているのが現状である。問題解決のために原因の元となっているものを断つことは確かに必要ではあるが、便利なものをすぐに切り捨てるのではなく、他に有効な方法がないか探していくことも重要である。ただし、プラスチック製品を絶対使わないという考え方も、新技術を用いた製品を積極的に使用していくという考え方も間違いではない。どちらを選ぶのも個人の自由である。自分なりに問題と向き合い、どうしていくべきなのかを考え、行動していくことが何より大事なのである。

おわりに

プラスチック汚染問題はいまや社会問題の1つといえる。プラスチックは便利である一方、その処理の甘さなどがたたたり、海や生き物を通して人間を脅かす存在となっている。

本稿ではプラスチック存続の道を探すことを念頭に、プラスチックに代わる新たな素材や効果的なリサイクル方法について模索してきた。実際に使用されているモノから、まだ開発途中のものまで幅広い例を取り上げた。さらに、日本を含む各国の動きをみつつ、これから先プラスチックはどうあるべきなのかについて考察した。

「プラスチックの規制および禁止」という風潮だけが独り歩きしている裏で、様々な企業が努力を重ねていた。新素材や代替品は既に存在し、それらを取り入れる企業や国が徐々に広がりつつある。国としては、これ以上海洋汚染や生物の生態系へ被害が拡大しないよう規制を行いながら、代替素材の研究・開発に力を注ぐ必要がある。そのためには、被害が抑えられる程度かつ企業の利益を大幅に下げることのない水準を設け、技術の開発スピードに合わせて規制を変えていく臨機応変な対応が必要だと考えられる。

参考文献

- ・ Ashley Williams (2018) “12-year-old engineer invents device to combat ocean microplastic pollution”
AccuWeather,
<https://www.accuweather.com/en/weather-news/6th-grader-invents-device-to-combat-ocean-microplastic-pollution/70005513>
- ・ Bare nature Japan “WHAT ARE MICROBEADS?!”,
<https://www.bare-nature.com>

- BERKELEY LAB “NEWS CENTER”,
<https://newscenter.lbl.gov/2019/05/06/recycling-plastic-from-the-inside-out/>
- BUSINESS INSIDER（2018）「プラスチックをやめたら売り上げ3倍に—LUSHが脱プラを進める理由」,
<https://www.businessinsider.jp/post-178763>
- Dalberg Advisors, Wijnand de Wit and Nathan Bigaud（2019）“ASSESSING PLASTIC INGESTION FROM NATURE TO PEOPLE”,
<https://yourplasticdiet.org/wp-content/uploads/2019/06/PLASTIC-IGESTION-WEB-SPRDS.pdf>
- Department for Environment, Food&Rural Affairs and The Rt Hon Michael Gove（2017）
“Environment Secretary pledges action on ocean plastics”,
<https://www.gov.uk/government/news/environment-secretary-pledges-action-on-ocean-plastics>
- DOWA エコシステム（2019）「中国の廃プラ輸入規制（1）～背景と概要～」,
<http://www.dowa-ecoj.jp/naruhodo/2019/20190201.html>
- Erik van Sebille, Chris Wilcox, Laurent Lebreton, Nikolai Maximenko, Britta Denise Hardesty, Jan A van Franeker, Marcus Eriksen, David Siegel, Francois Galgani and Kara Lavender Law（2015）
“A global inventory of small floating plastic debris” *Environmental Research Letters*, Volume 10, Number 12,
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/12/124006/pdf>
- European Commission（2018）“a european strategy for plastics in a circular economy”,
<http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>
- excite ニュース（2019）「マクドナルド、タダでもらえるアレが超高値で取引される」,
https://www.excite.co.jp/news/article/Frontrow_17272183/
- FINEV「プラスチック規制①米国」,
<https://www.finev.co.jp/serialization/>
- Green Alliance “Marine plastics”,
https://www.green-alliance.org.uk/marine_plastics.php
- Heidi Acampora, Stephen Newton, Ian O’Connor（2017）“Opportunistic sampling to quantify plastics in the diet of unfledged Black Legged Kittiwakes (*Rissa tridactyla*) , Northern Fulmars (*Fulmarus glacialis*) and Great Cormorants (*Phalacrocorax carbo*) ” *Marine Pollution Bulletin*,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X17303235#!>
- HUFFPOST（2018）“Norway Has A Radical Approach To Plastic Pollution, And It’s Working”,
https://www.huffpost.com/entry/norway-plasticpollution_n_5b7c07e0e4b05906b41779ee
- IRORIO（2019）「余剰野菜を原料にした食べられるラップが開発される」,
<https://irorio.jp/ericolatte/20190628/532201/>
- JDN（2016）「海や土に還る、寒天を使った梱包資材—レクサスデザインアワード受賞者インタビュー」,

- <https://www.japandesign.ne.jp/interview/lda-2016-amam-01/>
- LIMEX 「LIMEX とは」 ,
<https://tb-m.com/limex/about/>
 - LIMEX 「LIMEX のプラスチック代替」 ,
<https://tb-m.com/limex/about/plastic/>
 - LUSH 「#パッケージなんていらないうあたりまえに挑む (オンラインショップ編)」 ,
<https://jn.lush.com/article/digital-naked-christmas>
 - Mary Kosuth, Elizabeth V.Wattenberg, Sherri A.Mason, Christopher Tyree, Dan Morrison (2017)
“SYNTHETIC POLYMER CONTAMINATION IN GLOBAL DRINKING WATER”,
https://orbmedia.org/stories/Invisibles_final_report
 - NEUT (2017) 「プラスチックはもう要らない。人間や動物が食べても死なないレジ袋登場」 ,
<http://neutmagazine.com/avani-eco-bag>
 - Nishant jethi (2012) “The Cleanoscope”,
<https://nishant1269.blogspot.com/2012/02/blog-post.html>
 - RECYCLE HUB 「産廃用語集」 ,
<https://recyclehub.jp/articles/words/material-r/>
 - Roland Geyer, Jenna R. Jambeck, Kara Lavender Law (2017) “Production, use, and fate of all plastics ever made” *Science Advances*,
<http://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782.full>
 - Ryota Nakajima, Yoko Koga (2019) 「プラなし生活」 ,
<https://lessplasticlife.com/plastics/trash-recycle/why-are-plastic-recycling-rates-so-low/>
 - S.C. Gall, R.C. Thompson (2015) “The impact of debris on marine life” *Marine Pollution Bulletin*,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14008571>
 - SEABIN V5 「シービン V5」 ,
<https://seabinproject.com/the-seabin-v5/>
 - SoluBAG “Home”,
<http://solubag.cl/>
 - Sun Earth 「シュタイナート社製 光学式黒色プラスチック選別機について」 ,
<https://www.sun-earth.jp/plastic/>
 - TOKYOINK 「持続可能な社会とは？」 ,
<https://www.toyoink1050plus.com/sustainability/about/>
 - Unilever “Unilever Pioneers Solution That Enables Black Plastic Bottles To Be Recycled”,
<https://www.unilever.co.uk/news/press-releases/2019/unilever-pioneers-solution-that-enables-black-plastic-bottles-to-be-recycled.html>

- ・ UNEP（2018）“SINGLE-USE PLASTICS:A roadmap for Sustainability”,
<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/new-report-offers-global-outlook-efforts-beat-plastic-pollution>
- ・ United European Gastroenterology Journal（2018）“Microplastics discovered in human stools across the globe in first study of its kind”,
<https://www.ueg.eu/press/releases/ueg-press-release/article/ueg-week-microplastics-discovered-in-human-stools-across-the-globe-in-first-study-of-its-kind/>
- ・ WORLD BANK GROUP（2018）“What a Waste 2.0”,
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/9781464813290.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- ・ 味の素 AGF（2011）「ニュースリリース詳細」,
<https://www.agf.co.jp/company/news/2011-11-21-505.html>
- ・ 外務省（2019）「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン実現のための日本のマリーン・イニシアティブ」,
https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ge/page25_001919.html
- ・ 兼廣春之（2016）「洗顔料や歯磨きに含まれるマイクロプラスチック問題」,
http://www.env.go.jp/water/marine_litter/08_HaruyukiKANEHIRO.pdf
- ・ 環境イノベーション情報機構（2003）「環境用語」,
<http://www.eic.or.jp/ecoterm/?act=view&ecoword=サーマル・リサイクル>
- ・ 環境省（2018a）「海岸漂着物処理推進法の一部改正法」,
https://www.env.go.jp/water/marine_litter/02_1kaiseigaiyou.pdf
- ・ 環境省（2018b）「第四次循環型社会形成推進基本計画」,
http://www.env.go.jp/recycle/circul/keikaku/keikaku_4.pdf
- ・ 環境省（2018c）「中川大臣記者会見録 平成30年6月12日（火）」,
<http://www.env.go.jp/annai/kaiken/h30/0612.html>
- ・ 環境省（2018d）「プラスチック資源循環戦略（案）」,
<http://www.env.go.jp/council/03recycle/y0312-04/y031204-d1.pdf>
- ・ 経済産業省「容器包装リサイクル法」,
https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/law/04/index.html
- ・ 厚生労働省（2010）「スクラブ等の不溶性成分を含有する洗顔料の使用上の注意事項について」,
<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000000kgav.html>
- ・ 厚生労働省（2008）「ビスフェノール A についての Q&A」,
<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/kigu/topics/080707-1.html>
- ・ コメットクリーン「フラフ燃料とは」,
<http://www.cometclean.jp/fluff.html>

- ・ 三幸エステート「先進オフィス事例 株式会社 TBM」,
https://www.sanko-e.co.jp/download_file/view/8046/1959
- ・ 西部サービス「RPF とは」,
<http://www.seibu-recycle.co.jp/rpf.html>
- ・ 日本 RPF 工業会「RPF とは」,
<http://www.jrpf.gr.jp/rpf-1>
- ・ 日本経済新聞（2019）「江の島に海洋プラスチック回収装置 神奈川県が導入」,
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO45372780Y9A520C1L82000/>
- ・ 日本経済新聞（2018）「スタバ、プラスチックストロー全廃へ 年 10 億本削減」,
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO32798400Q8A710C1000000/>
- ・ 日本バイオプラスチック協会「バイオマスプラ Q&A」,
http://www.jbpaweb.net/bp/bp_faq.htm
- ・ 日本貿易振興機関（ジェトロ）（2019a）「地域・分析レポート 行き場を失いつつある廃プラスチックの行方は？（マレーシア）」,
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/flab9913bff62e32.html>
- ・ 日本貿易振興機関（ジェトロ）（2019b）「調査レポート 中国における外国ごみの輸入禁止と固形廃棄物輸入管理制度改革に関するレポート（2019 年 4 月）」,
<https://www.jetro.go.jp/world/reports/2019/01/0a81da1f65d47788.html>
- ・ 日本容器包装リサイクル協会（2016）「再商品化実施委託単価の推移グラフ」,
https://www.jcpra.or.jp/specified/specified_data/tabid/133/index.php
- ・ 広瀬明彦（2014）「日本におけるビスフェノール A の健康影響評価について」,
<http://www.fsc.go.jp/fsciis/attachedFile/download?retrievalId=kai20140619ik1&fileId=110>
- ・ プラスチック循環利用協会（2019）「プラスチックリサイクルの基礎知識 2019」,
<http://www.pwmi.or.jp/pdf/panf1.pdf>
- ・ プラスチック循環利用協会（2018）「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」,
<http://www.pwmi.or.jp/pdf/panf2.pdf>
- ・ ポリオレフィン等衛生協議会「プラスチックの基礎知識」,
<http://www.jhospa.gr.jp/plastics/basic.html>
- ・ 山本恭太（2018）「欧州プラスチック戦略について」,
<http://www.3r-suishinkyogikai.jp/data/event/H29R22.pdf>